

Práctica 3 — Determinación de la densidad de disoluciones y de sólidos

Laboratorio de Química

Quím. Arturo García Flores

7 de septiembre de 2022



1 Introducción

- Actividad previa
- Densidad
- R

2 Actividad experimental

- Actividad 2: Preparación de la disolución
- Actividad 3: Determinación de la densidad de la disolución
- Actividad 4: Determinación de la densidad de un sólido
- Actividad 5: Características estáticas
- Actividad 6: Prueba de significancia

3 Referencias

1 Introducción

- Actividad previa
- Densidad
- R

2 Actividad experimental

- Actividad 2: Preparación de la disolución
- Actividad 3: Determinación de la densidad de la disolución
- Actividad 4: Determinación de la densidad de un sólido
- Actividad 5: Características estáticas
- Actividad 6: Prueba de significancia

3 Referencias

Actividad previa. Echa un vistazo a las imágenes a continuación y responde lo que se pide.

La imagen muestra lo que ocurre cuando se colocan cubos de hielo en un vaso con agua (izquierda) y alcohol en otro (derecha).



Pregunta 1. ¿Por qué el hielo se comporta de manera diferente cuando se sumerge en los diferentes líquidos?

La imagen muestra dos cilindros del mismo volumen, el izquierdo de cobre y el derecho de aluminio.



Pregunta 2. ¿Qué cilindro tiene mayor masa? ¿Por qué?

- La masa (m) y el volumen (V) son propiedades generales de la materia, es decir, son propiedades que tiene cualquier material en función de la cantidad.
- La relación entre la masa y el volumen de un objeto depende del material del que está hecho, es decir, es una propiedad específica de cada sustancia, que se llama densidad (ρ).

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- Por ser una propiedad específica que expresa una relación de medidas, la densidad se considera una cantidad.
- Los valores de masa y volumen de cada material pueden variar dependiendo de la cantidad, pero la relación entre estos valores (m/V) será constante.

- Existe una relación entre temperatura y densidad. Cuanto más aumenta la temperatura, más se reduce la densidad.

$$\rho_{\text{H}_2\text{O}(s)} = 0.999\,87\text{ g/cm}^3 \quad \rho_{\text{H}_2\text{O}(l)} = 0.996\,69\text{ g/cm}^3$$

- La densidad de los materiales varía según la composición. La adición de agua u otras sustancias cambia su densidad.

$$\rho_{\text{H}_2\text{O}(l)} = 0.996\,69\text{ g/cm}^3 \quad \rho_{\text{NaCl}(s)} = 2.160\,00\text{ g/cm}^3$$

$$\rho_{\text{NaCl}(ac)} = ?$$

- Esta variación se identifica por medio del uso de un densímetro, equipo específico para medir la densidad de los líquidos.

- Se usará R para hacer la estadística de la actividad experimental. R es un entorno y lenguaje de programación con un enfoque al análisis estadístico.
- Con el compilador en línea de www.rdr.io/snippets se ejecutará el código [Densidad de disoluciones y de sólidos](https://www.github.com/gaflar/lq/blob/main/densidad) de www.github.com/gaflar/lq/blob/main/densidad para obtener el promedio, la desviación estándar de la muestra y la incertidumbre de la densidad.
- El código [Regresión lineal simple \(RLS\)](#) se ejecutará para obtener el modelo matemático que se menciona en la actividad 6.

Introducción

R

```
#####
#### DENSIDAD DE DISOLUCIONES Y DE SÓLIDOS
#####

# Paqueterías
library (plotrix) # Para obtener la incertidumbre

# Datos
datos <- c(11,21,19,18,51,51,71) # << Insertar datos aquí (g/ml)

# Estadística
prom = mean(datos) # Promedio (g/ml)
c_prom = prom*1000 # Promedio (kg/cm^3)
desvm = sd(datos) # Desviación estándar (g/ml)
c_desvm = desvm*1000 # Desviación estándar (kg/cm^3)
inc = std.error (datos) # Incertidumbre (g/ml)
c_inc = inc*1000 # Incertidumbre (kg/cm^3)

# Resultados
cat("Densidad_promedio:", prom, "g/ml=", c_prom, "kg/m^3\n")
cat("Desviación_estándar:", desvm, "g/ml=", c_desvm, "kg/m^3\n")
cat("Incertidumbre:", inc, "g/ml=", c_inc, "kg/m^3\n")
cat("La_densidad_de_la_disolución es:", prom, "+-" , inc, "g/ml=", c_prom,
    "+-", c_inc, "kg/m^3" )
```

```
La densidad promedio de la disolución es: 34.57143 g/ml = 34571.43 kg/m^3
La desviación estándar es: 22.81708 g/ml = 22817.08 kg/m^3
La incertidumbre es: 8.624045 g/ml = 8624.045 kg/m^3
La densidad de la disolución es: 34.57143 +- 8.624045 g/ml = 34571.43 +-
8624.045 kg/m^3
```

Introducción

R

```
#####
#### REGRESIÓN LINEAL SIMPLE (RLS)
#####

# Datos
Concentracion <- c(10,15,20,25,30,35) # << Insertar datos aquí
Densidad <- c(1.037141,1.055616,1.084557,1.115044,1.109821,1.113654) # <<
  Insertar datos aquí
Datos <- data.frame(Concentracion,Densidad)

# Ecuación de regresión estimada y prueba de significancia
RLS <- lm(Densidad~Concentracion,data=Datos)
summary(RLS)
```

```
Call:
lm(formula = Densidad ~ Concentracion, data = Datos)

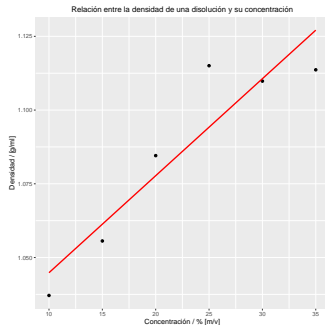
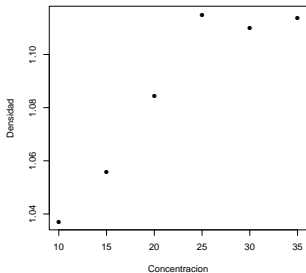
Residuals:
    1         2         3         4         5         6
-0.0077121 -0.0056847  0.0068086  0.0208480 -0.0008226 -0.0134372

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1.0119578   0.0157970   64.060 3.56e-07 ***
Concentracion 0.0032895   0.0006564    5.011 0.00743 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.01373 on 4 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8626, Adjusted R-squared:  0.8283
F-statistic: 25.11 on 1 and 4 DF, p-value: 0.00743
```

```
# Diagrama de dispersión con la línea de regresión estimada (Izquierda)
plot(Densidad~Concentracion,data=Datos,pch=16)
abline(RLS,lwd=2)
```

```
# Diagrama de dispersión con la línea de regresión estimada (Derecha)
library(ggplot2)
ggplot(Datos,aes(Concentracion,Densidad)) +
  geom_point() +
  geom_smooth(method='lm',se=FALSE,color='red') +
  labs(x='Concentración / % [m/v]', y='Densidad / [g/ml]', title='Relación
entre la densidad de una disolución y su concentración') +
  theme(plot.title = element_text(hjust=0.5, size=12))
```



1 Introducción

- Actividad previa
- Densidad
- R

2 Actividad experimental

- Actividad 2: Preparación de la disolución
- Actividad 3: Determinación de la densidad de la disolución
- Actividad 4: Determinación de la densidad de un sólido
- Actividad 5: Características estáticas
- Actividad 6: Prueba de significancia

3 Referencias

Disolución	Brigada	m_{NaCl} [g]	$V_{\text{disolución}}$ [ml]	$C_{\text{disolución}}$ % [m/v]
A	1	1.0	50	
B	2	2.0	50	
C	3	3.0	50	
D	4	4.0	50	
E	5	5.0	50	
F	6	6.0	50	

$$C_{\text{disolución}} = \frac{m_{\text{NaCl}}}{V_{\text{disolución}}} \times 100$$

Disolución	ρ [g/ml]		
	Medición 1	Medición 2	Medición 3
A			
B			
C			
D			
E			
F			

$$m_{\text{disolución}} = m_{p+d} - m_{pv} \quad \rho = \frac{m_{\text{disolución}}}{V_{\text{disolución}}}$$

$$1 \text{ g/mL} = 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

Disolución	$\bar{\rho}$ [g/ml]	s [g/ml]	$\Delta\rho$ [g/ml]
A			
B			
C			
D			
E			
F			

$$\bar{\rho} = \frac{\sum_{i=1}^n \rho_i}{n}$$

$$s = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\rho_i - \bar{\rho})^2}}{n - 1}$$

$$\Delta\rho = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Disolución	$C_{\text{disolución}} \%$ [m/v]	$\rho_{\text{disolución}}$ [g/ml]
A		\pm
B		\pm
C		\pm
D		\pm
E		\pm
F		\pm

$$\rho_{\text{disolución}} = \bar{\rho} \pm \Delta\rho$$

Brigada	ρ [g/ml]		
	Medición 1	Medición 2	Medición 3
1			
2			
3			
4			
5			
6			

$$m_{\text{sólido}} = m_2 - m_1 \quad V_{\text{sólido}} = V_f - V_i \quad \rho = \frac{m_{\text{sólido}}}{V_{\text{sólido}}}$$

Brigada	$\bar{\rho}$ [g/ml]	s [g/ml]	$\Delta\rho$ [g/ml]
1			
2			
3			
4			
5			
6			

$$\bar{\rho} = \frac{\sum_{i=1}^n \rho_i}{n}$$

$$s = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (\rho_i - \bar{\rho})^2}}{n - 1}$$

$$\Delta\rho = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Brigada	$\rho_{\text{sólido}}$ [g/ml]	Metal	$\rho_{\text{teórica}}$ [g/ml]	%EE
1	±			
2	±			
3	±			
4	±			
5	±			
6	±			

$$\rho_{\text{sólido}} = \bar{\rho} \pm \Delta\rho \quad \%EE = \frac{|\rho_{\text{teórico}} - \rho_{\text{sólido}}|}{\rho_{\text{teórico}}} \times 100$$

- Rango. Es el intervalo de valores de cierta variable que es capaz de medir un instrumento de medición.
- Resolución. Es la mínima variación de la magnitud que mide un instrumento.
- Legibilidad o resolución. Es la cualidad del instrumento de medición para facilitar las lecturas del mismo; ésta característica se evalúa de manera cualitativa (excelente, buena, regular, mala) y tiene una relación directa con la nitidez de los números, las marcas de las divisiones, los colores de la carátula, etcétera.

```

Coefficients:
      Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1.0119578  0.0157970  64.060 3.56e-07 ***
Concentracion 0.0032895  0.0006564   5.011 0.00743 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

- *** Esta variable explicativa (concentración) tiene un efecto bastante significativo en la variable respuesta.
- ** Tiene un efecto muy significativo.
- * Tiene un efecto significativo.
- . Tiene un efecto algo significativo.
- Tiene un efecto nada significativo.
- En la conclusión final no se incluye la significancia del intercepto (densidad).

De acuerdo con lo anterior, la concentración tiene un efecto muy significativo en la densidad de una disolución. Por tanto, la concentración es bastante importante para el modelo lineal.

1 Introducción

- Actividad previa
- Densidad
- R

2 Actividad experimental

- Actividad 2: Preparación de la disolución
- Actividad 3: Determinación de la densidad de la disolución
- Actividad 4: Determinación de la densidad de un sólido
- Actividad 5: Características estáticas
- Actividad 6: Prueba de significancia

3 Referencias



Royal Society of Chemistry: Education in Chemistry.
Disponible en edu.rsc.org/eic.

Esta presentación está disponible en:

